

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

Кафедра отопления и вентиляции

Исследование приточной струи

Методические указания
к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция»
для студентов специальности
270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция»
очной и заочной форм обучения

Нижегород – 2010

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

Кафедра отопления и вентиляции

Исследование приточной струи

Методические указания
к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция»
для студентов специальности
270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция»
очной и заочной форм обучения

Нижегород - 2010

УДК 697.922:621.65 (075.8)

Исследование приточной струи. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция» для студентов специальности 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения.

Нижний Новгород, издание ННГАСУ, 2010 г. – 11с.

В методических указаниях приведены правила испытаний вентиляционных установок. В работе используются закономерности формирования струи на выходе из нагнетательного воздуховода круглого сечения, определяются ее границы и зона действия.

Составили: Кочев А.Г.
 Козлов Е.С.
 Козлов С.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИТОЧНОЙ СТРУИ

1. Цель работы: изучить закономерности формирования приточной струи с целью реализации полученного опыта при проектировании и эксплуатации систем вентиляции зданий различного назначения.

2. Порядок выполнения работы:

2.1. Определение зоны действия приточной струи.

Исследование проводится в различных сечениях вертикальной плоскости, проходящей через ось струи, расположенных через 500 мм друг от друга, начиная от выходного отверстия нагнетательного воздуховода (рис. 1).

В каждом из сечений определяется граница струи, за пределами которой воздух имеет незначительную подвижность:

- на расстоянии 500 мм от выходного отверстия устанавливается штатив с зажимом для фиксации анемометра;

- для определения верхней границы крыльчатый анемометр медленно перемещают сверху-вниз, начиная с верхнего края штатива. Положение, в котором отмечается устойчивое вращение крыльчатки принимают за границу струи в данном сечении. Расстояние по вертикали от верхней границы (Y_B) до оси измеряется и записывается в таблицу 1.

- для определения нижней границы проводят аналогичные измерения (анемометр перемещают снизу-вверх). Результат (Y_H) записывают в таблицу 1.

В сечении с координатой $X=0$ за границу струи принимается диаметр воздуховода.

2.2. В пределах измеренной зоны действия приточной струи (от т. Y_B до т. Y_H) выбирают контрольные точки замеров скорости воздуха.

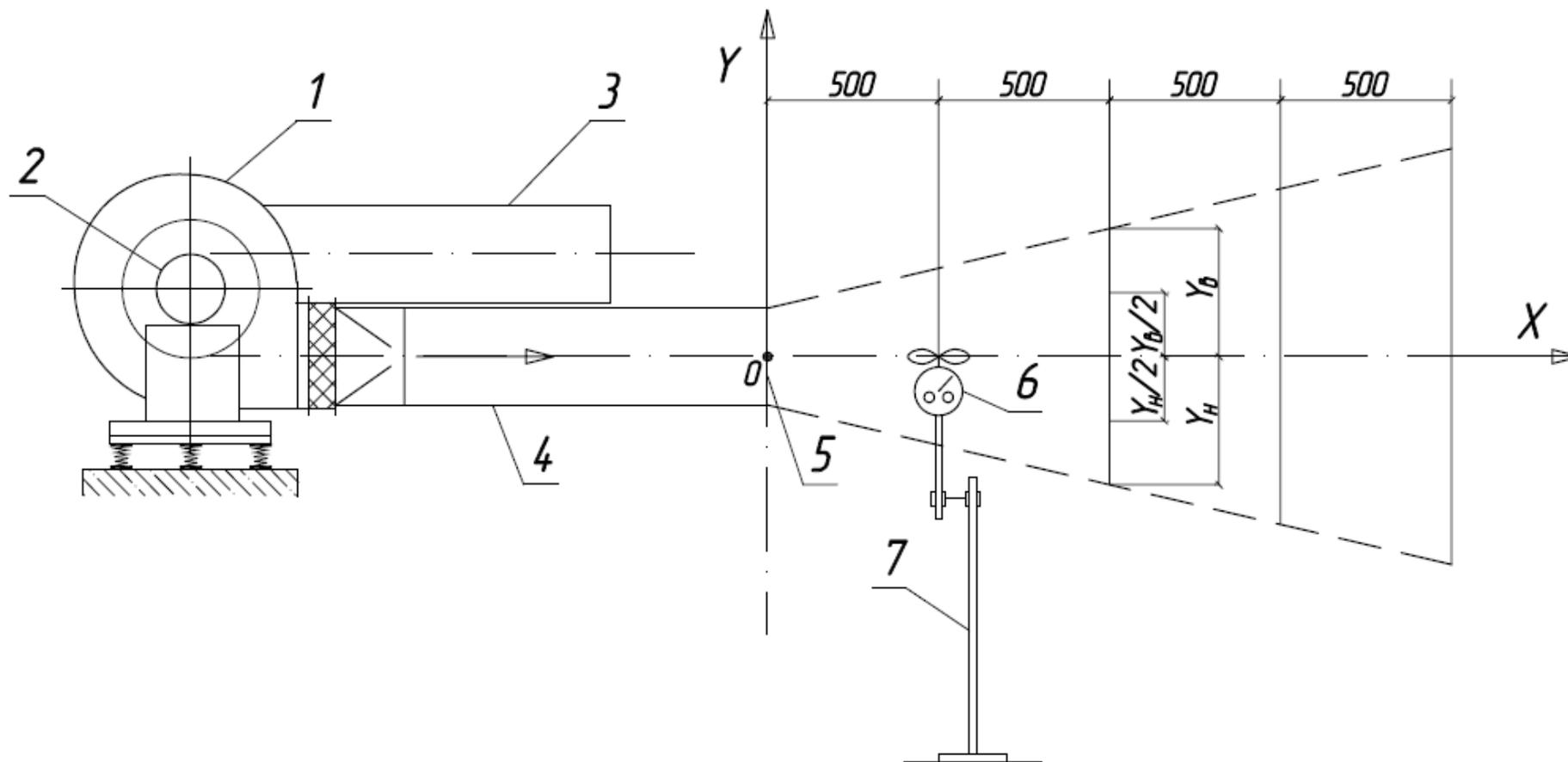


Рис.1. Схема лабораторной установки:
 1 – центробежный вентилятор; 2 – электродвигатель; 3 – всасывающий воздуховод $\text{Ø}180$ мм;
 4 – нагнетательный воздуховод $\text{Ø}200$ мм; 5 – выходное отверстие;
 6 – анемометр; 7 – штатив с зажимом

Для каждого из сечений, расположенных через 500 мм по оси «Y» намечают три точки замеров с координатами $Y=Y_B/2$; $Y=0$; $Y=Y_H/2$. Расчетом определяют численные значения координат, результат записывают в таблицу 1.

Таблица 1 - Координаты точек измерений

$X, \text{ мм}$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
$Y, \text{ мм}$								
Y_B								
$Y_B/2$								
$Y_H/2$								
Y_H								

При подготовке к проведению измерений необходимо добиваться возможно более точной установки штатива, чтобы крыльчатка располагалась в намеченной зоне, а движению воздуха не создавалось помех. С этой целью рекомендуется анемометр закрепить на длинной рукоятке.

2.3. В каждой из контрольных точек с помощью чашечного анемометра измеряют скорость воздуха. Продолжительность измерений в каждой точке принимают равной $\tau = 10 \div 60$ сек по заданию преподавателя. Начальные (n_1) и конечные (n_2) показания счетчика анемометра записывают в таблицу 2 (для удобства обработки результатов измерений значения n_1 записывают в знаменатель соответствующего сектора таблицы, а n_2 - в числитель).

Затем, расчетом определяют скорость вращения (число оборотов в секунду) счетного механизма анемометра по зависимости $n = (n_2 - n_1) / \tau$, об/сек, в каждой из точек, результат записывают в таблицу 3.

Значения истинных скоростей воздуха в точках замеров определяют по данным таблицы 3 с помощью тарировочного графика анемометра. Результаты записывают в таблицу 4.

Таблица 2 - Показания счетчика анемометра

$X, \text{мм}$ $Y, \text{мм}$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Y_B								
$Y_B/2$								
0								
$Y_H/2$								
Y_H								

Таблица 3 - Число оборотов счетчика анемометра

$X, \text{мм}$ $Y, \text{мм}$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Y_B								
$Y_B/2$								
0								
$Y_H/2$								
Y_H								

Таблица 4 - Истинная скорость воздуха

$X, \text{мм}$ $Y, \text{мм}$	0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Y_B								
$Y_B/2$								
0								
$Y_H/2$								
Y_H								

2.4. Обработка результатов экспериментов.

В принятом масштабе выполняют построение границ (верхней и нижней) приточной струи, начиная от выходного отверстия воздуховода.

Затем в каждом из сечений строят эпюру скоростей воздуха, предварительно задавшись масштабом скорости. Вариант графических построений показан на рисунке 2.

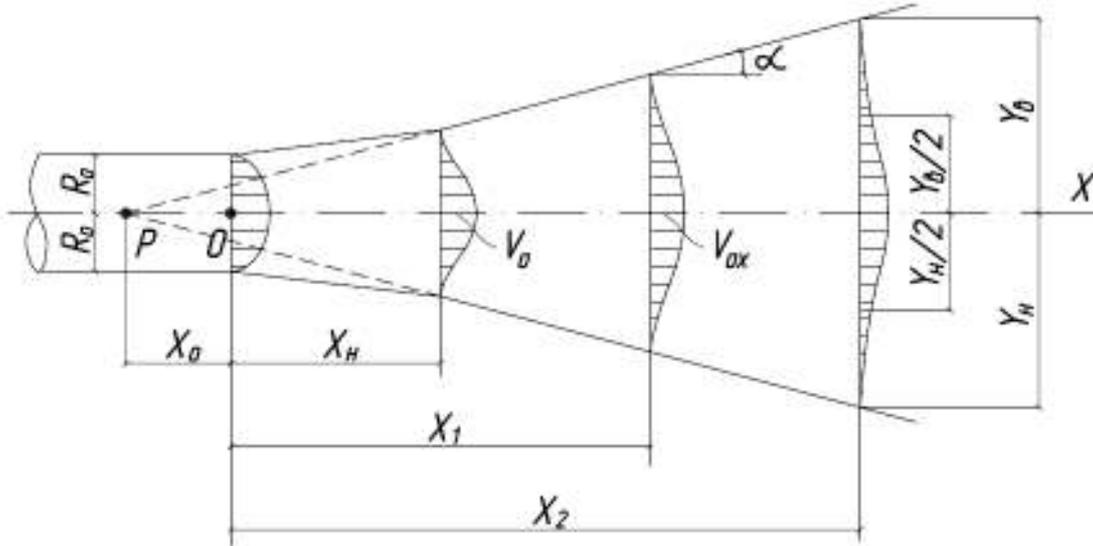


Рис.2. Схема приточной струи

3. Анализ результатов измерений.

На схеме струи (рис. 2) студент должен обозначить следующие характерные зоны, давая при этом характеристику процессам формирующим приточную струю в данном сечении:

а) *Начальный участок*, характеризующийся постоянной скоростью в ядре потока, равной начальной скорости воздуха на выходе из отверстия.

б) *Ядро струи*, для отверстий круглого сечения представляет собой конус, основание которого - выходное сечение воздуховода, а высота конуса равна длине начального участка.

в) *Основной участок*, характеризующийся подобием эпюр скоростей, которые формируются в соответствии с основными закономерностями.

г) *Полюс струи* определяется пересечением верхней и нижней линии границ струи *основного участка*. Точка *P* находится внутри воздуховода и лежит на оси струи.

Полюсное расстояние X_H – длина отрезка от точки *O* до точки *P*.

Необходимо дать оценку характеру изменения структуры приточной струи по мере удаления от выходного отверстия.

Масса струи постепенно увеличивается в направлении движения потока из-за подмешивания окружающего воздуха, что приводит к постепенному изменению границ струи и снижению скорости.

4. Определение параметров приточной струи расчетом.

4.1. Определить относительные радиусы приточной струи в каждом из контрольных сечений по формуле:

$$\bar{R}_X = \frac{R_X}{R_0} = 0,22 \left(\frac{X - X_0}{R_0} \right); \quad (1)$$

где R_0, R_X - радиусы струи, в сечении выходного отверстия и в исследуемом сечении соответственно, м;

X_0, X - соответственно расстояние, от полюса струи до среза выходного отверстия и расстояние от начала координат до исследуемого сечения.

4.2. Определить длину начального участка:

Значение относительной осевой скорости находят по зависимости:

$$\bar{V}_{ox} = \frac{V_{ox}}{V_0} = \frac{12,4 \cdot \sqrt{\beta_0}}{\bar{X} - \bar{X}_0}, \quad (2)$$

где

$$\bar{X} = \frac{X}{R_0}; \quad \bar{X}_0 = \frac{X_0}{R_0}; \quad (3)$$

V_{ox} - скорость на оси струи, м/с;

V_0 - средняя скорость истечения струи из нагнетательного воздуховода, м/с. Для условий испытываемой установки принимается $V_0 \approx V_{ox}$.

β_o - поправочный коэффициент на количество движения. В работе принимается $\beta_o = (\xi_{OTB} + 2)/3$. В данном случае $\beta_o \approx 1$

После подстановки известных значений формула (2) принимает вид:

$$X_H = 12,4 \cdot R_o \quad (2^*)$$

4.3. Значения, полученные расчетным способом наносят на схему струи, построенную ранее и проводят сравнение с экспериментальными результатами.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

1. В чем отличие струй, формирующихся вблизи приточных и вытяжных отверстий?
2. Чем объясняется различный характер закономерностей формирования приточных и вытяжных струй при одинаковых геометрических параметрах отверстий (приточного и вытяжного), скоростях и расходах воздуха?
3. Назовите и охарактеризуйте характерные участки приточной струи.
4. При проектировании и эксплуатации каких вентиляционных устройств необходимо учитывать закономерности формирования и распространения приточных струй?
5. Дайте краткую характеристику измерительным приборам, которые используются при исследовании приточной струи.
6. Назовите основные положения методики проведения измерений скорости и расхода воздуха с помощью анемометров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батурин В.В. Основы промышленной вентиляции. – М.: Профиздат, 1990. – 448с.
2. Отопление и вентиляция. Учебник для вузов. Ч. 2. Вентиляция. Под ред. В.Н. Богословского. – М.: Стройиздат, 1976. – 439 с.
3. Максимов Г.А., Дерюгин В.В. Движение воздуха при работе вентиляции и отопления. – Л.: Стройиздат, 1972. – 193с.
4. Рекомендации по испытанию и наладке систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.- М: Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР, 1989.-110 с.

Кочев Алексей Геннадьевич
Козлов Евгений Сергеевич
Козлов Сергей Сергеевич

Исследование приточной струи

Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Вентиляция» для студентов специальности 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения

Подписано к печати_____. Бумага газетная.

Печать офсетная. Формат 60 90 1/16. Усл.печ.л._____.

Уч.-изд.л._____. Тираж 300 экз. Заказ № _____

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ), 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65